

Diversity, germplasm information and exchange

Presentation to the Third Open Session

ICAC 78th Plenary Session

Brisbane, Australia, Dec. 1-6, 2019

Dr. Michel FOK

CIRAD, Montpellier, France

ICRA

michel.fok@cirad.fr

Abstract

Genetic diversity, if exploited, helps to make great progress in the sustainability of growing cotton in a world evolving notably under climate change. This diversity is preserved in several collections managed by public organizations in a handful of countries. The exchange of genetic materials is however of low level. One reason is the lack of means and capabilities of breeding teams, notably in developing countries, to address and integrate genetic variability into breeding programs. There is rationale to move towards a regional/international program for variability creation so that national breeding programs could benefit and use to finalize locally-adapted new varieties. The main reason of the current lack of exchange nevertheless lies on the lack of more comprehensive information on existing genetic materials and on the sharing of this information. ICRA tries to launch an initiative to overcome this shortfall, but more organizations should join in and financial support is required to meet the ultimate objective.

Germplasm exchange is good

It sounds obvious that the exchange of germplasm, or more neutrally the acquisition of genetic materials, is desirable because of its outcome. I nevertheless cannot resist to the temptation to provide two examples to demonstrate how positive the outcome could be indeed.

In October 2017, when I visited the cotton central research station of Multan, I was told that this station has released in 2016 a new variety resistant to Cotton Leaf Curl Virus, CIM-620, obtained from the breeding of one the 74 materials provided by CIRAD in 2006. The related material, AS-0349, is photo period sensitive and could not flower in Punjab conditions. It was necessary to maintain the AS-0349 plants by ratooning during three years before flowers were obtained and crossings were made possible to integrate the CCLV resistance into the breeding program in Pakistan.

Given the important damage of this virus on the cotton economy of Pakistan, I felt the value of the new variety for this country. I was happy for my Pakistanis colleagues. I was even happier that they informed me about the indirect role that we at CIRAD have played, because the outcome justified the resources we devote to the preservation and management of the cotton collection we have in Montpellier, France.

The importance of our efforts in preserving and managing our cotton collection is revealed in conditions that are more dramatic. In the first months of the civil unrest in Cote d'Ivoire, in early 2022, the whole research station for cotton located in the city of Bouaké was totally damaged, genetic materials under breeding were destroyed, scientists had even to quit their city and move to the capital

city of Abidjan. Breeding program had to be relaunched and it was thanks to the supply of genetic materials requested to CIRAD.

Genetic diversity, big potential for progress

Genetic diversity is huge when the various species of *Gossypium* are considered, out of which only four are actually cultivated with very unequal shares in the global cotton production. *Gossypium hirsutum* or Upland cotton is by far the most cultivated (more than 90% of world production), ahead of *Gossypium barbadense* and furthermore *Gossypium arboreum* or *Gossypium herbaceum*.

Even within the *Gossypium hirsutum*, substantial variability exists for morphological traits that are potentially interesting for field performance but which remain little exploited. The trait of okra leaves presenting the advantage of improved penetration of light and insecticide particles is already exploited, but mainly in Australia. The extreme feature of this trait, with super okra leaves, is yet to be exploited. Other morphological traits remain not integrated into cultivars in spite of their potential interest in pest control. It is the case of the trait of frego bract which is unfavorable to the oviposition by some pests. The feature of high density of gossypol, a chemical substance which kind of providing self-defense to cotton plants against some pests, is so far overlooked.

In the opposite, the trait of glandless cotton has been exploited at a rather large scale but the related experience is little known because it did not last. In the first half of the 1990s, the areas grown with glandless cotton varieties reached more than 200,000 ha when combining the cases of Cote d'Ivoire, Benin and Burkina Faso. The experience lasted only two of three campaigns because some producers complained about more pest damage on cotton plants, complaints which were relayed if not exaggerated by politician in years of general elections. The baby, glandless variety, was then thrown with the washing water.

The mentioned experience of glandless cotton nevertheless let the lesson that cultivation techniques might need to be adapted to the release of a new variety. Glandless varieties asked for adapted pest control, but it was overlooked. While dealing with the exploitation of genetic diversity, we must be aware of the risk of genetics bias by over-emphasizing the genetic dimension and overlooking the adaptation of cultivation techniques.

Cotton germplasms/collections

All breeding teams have a collection of cotton materials that are generally of small size when compared to collections preserved and managed at national level by dedicated organizations in some countries. Only a few countries are managing national collections of cotton, with very unequal means and with distinct information attitudes. In preparing this presentation, people have seldom responded me to the simple question about the number of accessions integrated into their cotton collections.

The USA is particular with the identification of about ten collections managed by various organizations related to the ministry of agriculture and with the most open spirit in sharing information. The cumulated number of accessions reaches 24,830. China is managing a collection of around 9,000 accessions. Pakistan has a collection of 3,279 accessions, a bit more than the collection of 3,069 accessions we have at CIRAD. India and Uzbekistan have collections estimated at 8,000 and 6,000 accessions, respectively.

All collections of substantial size are composed mainly of accessions related to the four species of cultivated cotton (*Gossypium hirsutum*, *G. barbadense*, *G. arboreum* and *G. herbaceum*) and

accessions related to wild species or landraces. For example, the collection at CIRAD is composed of 1,640 accessions of cultivated species and 1,429 accessions of wild species.

All cotton collections have accessions in common. Within a same country, like in the USA, some collections are just the replications of another one. In collections managed in distinct countries, many accessions are kept in common, notably because of former exchanges. Such a replication provides the advantage of various evaluations of the same accessions by distinct research teams and under different biotic and abiotic stresses. However, the phenomenon of replication of accessions in various collections makes it very hard to estimate the number of distinct accessions, preserved either in a specific country or at the world level. It is furthermore difficult when the issue of erroneous naming of accession is considered.

There is seldom a real attitude of sharing information on the accessions contained in cotton collections. The CottonGen initiative is unique and remarkable in this sense. It actually enables to get information online for the total of 28,735 accessions included in all public collections of the USA and partially in collections of China and Uzbekistan. Nevertheless, not all accessions are informed with the same detail. For each accession, information on phenotype traits, for example, is available and downloadable. Research on specific traits, up to a combination of three traits, help to identify accessions corresponding to the traits searched for. Such a research helps to know, for example, that 118 accessions are resistant to verticillium, but no accession are resistant both to verticillium and fusarium, as the result of evaluation made in China. This is indicative of the evaluation effort engaged by China is assessing its collection. However, in spite of the great number of traits considered (78 traits), the current set is not yet comprehensive as some traits are still missing, like those related to chronic diseases in some countries, such as Blue disease (in South America) or Cotton Leaf Curl Virus (in Pakistan).

Germplasm exchange of low level

The information to illustrate the state of germplasm exchange is furthermore rare, as the organizations managing cotton collections do not have the habit to supply it. The information obtained with CIRAD reveals a state of low level of exchanges. Over a period from 2012 till 2019, only 217 accessions have been requested for supply, out of which 126 were requested by organizations out of CIRAD, mainly by universities and private research organizations. Requests came only from five countries in addition to France (Cameroon, India, Spain, Switzerland and USA).

The main reason of the current low level of exchange should be the lack of information enabling people to know what is valuable, where it is available and how it could be obtained. Of course, there might be breeders who are stuck to routine and not seeing the great importance of exploiting genetic diversity, but they should represent a very marginal proportion of breeders worldwide. Less marginal could be those who lack means and capabilities to create genetic variability for breeding purpose. This is notably the case of breeders in developing countries. The case of the variety CIM-620 in Pakistan gives a good illustration of the various stages to overcome from the original accession AS-0349. This observation was at the basis of an initiative that CIRAD tried to promote in view of setting up a regional or international program of variability creation. Once a variability pool is created, it could be passed on to national breeding programs to finalize the selection of country-specifically-adapted varieties. Such an initiative remains relevant but it can be materialized only if the needed financial support can be obtained out of bureaucracy or political calculations at regional level.

The current lack of information on available accessions is linked to the difficult issue of correctly and comprehensively describing accessions in collections. So far, descriptors of accessions vary and could

vary a lot between collections in terms of the number, nature and even definition. There is not yet a comprehensive set of descriptors. There is no comprehensive evaluation of accessions because each collection can only evaluate under the conditions of the related country, if evaluation is actually conducted. Hence, the traits that are important for other countries are being overlooked. So, as long as the results of evaluation by various collections are not consolidated for the same accessions, more comprehensive information on accessions will remain out of reach.

ICRA's initiative to promote information on germplasms

The above analysis has lead ICRA to focus on promoting the information sharing on germplasms by involving organizations which are willing to join in. The Central cotton research Institute of Pakistan and CIRAD have already done so. Organizations from other countries are welcome and expected.

The Germplasm Information Sharing Initiative (GISI) targets at grouping information and consolidating information for accessions evaluated by various collections but the ownership remains with existing collections. These latter are those to address to and which can decide to respond positively, or not, to requests of supplying genetic material.

The new initiative is contemplated as a two-phase process with distinct financial requirements. The first phase is to achieve a globally harmonized set of descriptors; its execution should mainly ask for competence and good will. The second phase will address the setup of a specific online tool enabling breeders all around the world to consult, to search for or to add information on accessions recorded in collections. The buildup of such a tool will have to get inspiration of the achievements of CottonGen in the USA and of other similar tools like 'Florilege' in France (a tool set up jointly by various French research organizations and operating for various species). The implementation of the second phase will need specific funding and will depend on how this latter could be obtained. In spite of the public good nature of the expected outcome, the needed financial support is not ensured.

Diversité, information sur et échange de germplasm

Présentation à la 3ème session publique

ICAC 78th Plenary Session

Brisbane, Australia, Dec. 1-6, 2019

Dr. Michel FOK

CIRAD, Montpellier, France

ICRA

michel.fok@cirad.fr

Résumé

La diversité génétique, si elle est exploitée, aide à faire de grands progrès dans la culture durable du coton dans un monde en évolution, notamment dans le contexte du changement climatique. Cette diversité est conservée dans plusieurs collections gérées par des organismes publics dans une poignée de pays. L'échange de matériel génétique est cependant de faible niveau. L'une des raisons est le manque de moyens et de capacités des équipes de sélection, notamment dans les pays en développement, pour traiter et intégrer la variabilité génétique dans les programmes de sélection. Il y a lieu de s'orienter vers un programme régional/international de création de variabilité afin que les programmes nationaux de sélection puissent en bénéficier et s'en servir pour mettre au point de nouvelles variétés adaptées localement. La raison principale du manque actuel d'échanges réside dans le manque d'informations plus complètes sur le matériel génétique existant et sur le partage de ces informations. L'ICRA tente de lancer une initiative pour combler cette lacune, mais un plus grand nombre d'organisations devraient y participer et un soutien financier est nécessaire pour atteindre l'objectif ultime.

L'échange de germplasm est positif

Il semble évident que l'échange de matériel génétique, ou de manière plus neutre l'acquisition de matériel génétique, est souhaitable en raison de ses résultats. Je ne peux néanmoins pas résister à la tentation de donner deux exemples pour démontrer à quel point le résultat pourrait être positif.

En octobre 2017, lors de ma visite à la station centrale de recherche sur le coton de Multan, au Pakistan, j'ai appris que cette station avait mis au point une nouvelle variété résistante au virus de la frisolée (CCLV) obtenue par sélection à partir d'un matériel fourni par le Cirad. Le Pakistan a en effet obtenu en 2006 une série de 74 accessions dont AS-0349 s'est révélée résistante au CCLV mais sensible à la photopériode. Il a fallu entretenir les plantes au champ par recepage pendant trois ans avant d'obtenir des fleurs et pouvoir faire les croisements pour intégrer le caractère de résistance dans le programme de sélection.

Etant donné les dégâts importants de ce virus sur l'économie du coton au Pakistan, j'ai mesuré la valeur de la nouvelle variété pour ce pays. J'étais heureux pour mes collègues pakistanais. J'ai été encore plus heureux qu'ils m'ont fait part du rôle indirect que nous avons joué au Cirad, car le résultat justifiait les ressources que nous consacrons à la conservation et à la gestion de notre collection à Montpellier en France.

L'importance de nos efforts pour préserver et gérer notre collection de coton peut se révéler aussi dans des conditions plus dramatiques. Dans les premiers mois des troubles civils en Côte d'Ivoire,

début 2022, toute la station de recherche du coton située dans la ville de Bouaké a été mise à sac, le matériel génétique en cours de sélection détruit, les scientifiques ont dû quitter leur ville et s'installer dans la capitale Abidjan. Le programme de sélection a dû être relancé et c'est grâce à l'obtention de matériel génétique demandé au Cirad.

Diversité génétique, potentiel immense pour le progrès

La diversité génétique est énorme si l'on considère les différentes espèces de *Gossypium*, dont seulement quatre sont effectivement cultivées avec des parts très inégales dans la production mondiale de coton. Le coton *Gossypium hirsutum* ou coton Upland est de loin le plus cultivé (plus de 90% de la production mondiale), devant *Gossypium barbadense* et encore plus devant *Gossypium arboreum* et *Gossypium herbaceum*.

Même au sein de l'espèce *Gossypium hirsutum*, il existe une variabilité substantielle pour des caractères morphologiques qui sont potentiellement intéressants pour la performance au champ mais qui restent peu exploités. Le trait des feuilles okra, présentant l'avantage d'une meilleure pénétration de la lumière et les particules d'insecticide, est déjà exploité mais principalement en Australie. La caractéristique extrême de ce caractère, avec des feuilles de super okra, n'a pas encore été exploitée. D'autres caractères morphologiques ne sont toujours pas intégrés dans les cultivars malgré leur intérêt potentiel pour la lutte antiparasitaire. C'est le cas du caractère de la bractée frego qui est défavorable à la ponte par certains ravageurs. La caractéristique de forte concentration en gossypol, une substance chimique qui assure l'autodéfense des plants de coton contre certains ravageurs, est jusqu'à présent négligée.

A l'inverse, le caractère du coton sans gossypol a été exploité à une échelle assez grande mais l'expérience correspondante est peu connue car elle n'a pas duré. Dans la première moitié des années 1990, les superficies cultivées avec des variétés de ce type de coton ont atteint plus de 200 000 ha en combinant les cas de la Côte d'Ivoire, du Bénin et du Burkina Faso. L'expérience n'a duré que deux ou trois campagnes parce que certains producteurs se sont plaints des dégâts plus importants causés par les ravageurs sur les plants de coton, plaintes qui ont été relayées sinon exagérées par les politiciens en période électorale. L'expérience fut arrêtée, le coton sans gossypol banni, comme un bébé jeté avec l'eau du bain.

L'expérience mentionnée du coton sans gossypol comporte cependant une leçon qu'il convient de souligner, à savoir que les techniques de culture peuvent devoir être adaptées à l'introduction d'une nouvelle variété. La culture des variétés sans gossypol aurait demandé une lutte adaptée contre les ravageurs, mais une telle adaptation a été négligée. Dans le souci d'exploiter la diversité génétique, nous devons être conscients du risque de biais génétique en mettant trop l'accent sur la dimension génétique et en négligeant l'adaptation des techniques de culture.

Germplasmes ou collections de coton

Toutes les équipes de sélection disposent d'une collection de matériel cotonnier qui est généralement de petite taille par rapport aux collections conservées et gérées au niveau national par des organisations spécialisées dans certains pays. Seuls quelques pays gèrent des collections nationales de coton, avec des moyens très inégaux et des attitudes d'information distinctes. En préparant cette présentation, les personnes sollicitées ont rarement répondu à la simple question posée sur le nombre d'accessions intégrées dans leurs collections de coton.

Le cas des USA est particulier avec une dizaine de collections gérées par diverses organisations liées au ministère de l'agriculture et avec l'esprit le plus ouvert dans le partage de l'information. Le nombre cumulé d'accessions génétiques atteint 24 830. La Chine gère une collection d'environ 9 000 accessions. Le Pakistan possède une collection de 3 279 accessions, un peu plus que les 3 069 que nous avons au Cirad. L'Inde et l'Ouzbékistan ont des collections estimées respectivement à 8 000 et 6 000 accessions.

Toutes les collections de taille substantielle sont composées principalement d'accessions relatives aux quatre espèces de coton cultivé (*Gossypium hirsutum*, *G. barbadense*, *G. arboreum* et *G. herbaceum*) et d'accessions relatives aux espèces sauvages. Par exemple, la collection du Cirad est composée de 1 640 accessions d'espèces cultivées et de 1 429 accessions d'espèces sauvages.

Toutes les collections de coton ont des accessions en commun. Dans un même pays, comme aux Etats-Unis, certaines collections ne sont que des répliques d'une autre. Dans les collections gérées dans des pays distincts, de nombreuses accessions sont conservées en commun, notamment en raison d'échanges antérieurs. Une telle réplification offre l'avantage d'évaluations diverses des mêmes accessions par des équipes de recherche distinctes et dans des conditions biotiques et abiotiques différentes. Cependant, le phénomène de réplification des accessions dans diverses collections rend très difficile l'estimation du nombre d'accessions distinctes, conservées soit dans un pays spécifique, soit au niveau mondial. C'est d'autant plus difficile lorsque l'on considère la question de la dénomination erronée possible des accessions.

Il y a rarement une réelle attitude de partage de l'information sur les accessions contenues dans les collections de coton. L'initiative CottonGen est unique et remarquable dans ce sens. Il permet actuellement d'obtenir des informations en ligne pour le total de 28.735 accessions incluses dans toutes les collections publiques des Etats-Unis et partiellement dans les collections de Chine et d'Ouzbékistan. Néanmoins, toutes les accessions ne sont pas informées avec le même détail. Pour chaque accession, des informations sur les caractères phénotypiques par exemple sont disponibles et téléchargeables. La recherche sur des caractères spécifiques, jusqu'à une combinaison de trois caractères, permet d'identifier les accessions correspondant aux caractères recherchés. Une telle recherche aide à savoir par exemple que 118 accessions de la collection chinoise sont résistantes au verticillium, mais qu'aucune accession n'est résistante au verticillium et au fusarium en même temps. Cela témoigne de l'effort d'évaluation engagé par la Chine pour évaluer sa collection. Cependant, malgré le grand nombre de caractères considérés (78 caractères) pour décrire chaque accession, l'ensemble actuel des caractères n'est pas encore complet car certains caractères manquent encore, comme ceux liés aux maladies chroniques dans certains pays, telle la maladie bleue (en Amérique du Sud) ou le virus de la frisolée du coton (au Pakistan).

Echange de germplasma de faible niveau

Les informations permettant d'illustrer l'état des échanges de matériel génétique sont encore plus rares, car les organisations qui gèrent les collections de coton n'ont pas l'habitude de les fournir. Les informations obtenues au Cirad révèlent un faible niveau d'échanges. Sur une période allant de 2012 à 2019, seules 217 accessions ont été demandées, dont 126 par des organismes extérieurs au Cirad, principalement des universités et des organismes de recherche privés. Les demandes ne provenaient que de cinq pays en plus de la France (Cameroun, Inde, Espagne, Suisse et Etats-Unis).

La raison principale du faible niveau actuel d'échange devrait être le manque d'informations permettant aux gens de savoir ce qui est intéressant, où il se trouve et comment on peut l'obtenir. Bien sûr, on ne peut écarter l'hypothèse que des sélectionneurs sont attachés à la routine et ne

perçoivent pas l'importance d'exploiter la diversité génétique, mais ils devraient être une infime minorité. Moins marginaux pourraient être ceux qui n'ont pas les moyens et les capacités de créer une variabilité génétique à des fins de sélection. C'est notamment le cas des sélectionneurs dans les pays en développement. Les étapes à franchir pour passer de l'accession AS-0349 à la variété CIM-620 au Pakistan donnent une illustration des difficultés à surmonter. Ce constat a été à la base d'une initiative que le CRAD a tenté de promouvoir en vue de mettre en place un programme régional ou international de création de variabilité. Une fois qu'un réservoir de variabilité est créé, il pourrait être transmis aux programmes nationaux de sélection afin de leur permettre de finaliser la sélection des variétés adaptées à chaque pays. Une telle initiative reste pertinente, mais elle ne peut se concrétiser que si la bureaucratie ou les tergiversations politiques au niveau régional n'empêchent pas d'obtenir l'appui financier nécessaire.

Le manque actuel d'informations sur les accessions disponibles est plus fondamentalement lié à la difficulté de décrire correctement et de manière complète les accessions dans les collections. Jusqu'à présent, les descripteurs des acquisitions varient beaucoup d'une collection à l'autre en termes de nombre, de nature et même de définition. Il n'existe pas encore d'ensemble complet de descripteurs. Il n'y a pas d'évaluation complète des accessions car chaque collection ne peut être évaluée que dans les conditions du pays concerné, quand une telle évaluation est effectivement effectuée. Par conséquent, les traits qui sont importants pour d'autres pays sont négligés. Ainsi, tant que les résultats de l'évaluation des diverses collections ne seront pas consolidés pour les mêmes accessions, des informations plus complètes sur les accessions resteront indisponibles.

L'initiative de l'ICRA de promouvoir l'information sur les germplasm

L'analyse ci-dessus a conduit l'ICRA à considérer la promotion du partage d'informations sur les germoplasmes en impliquant les organisations qui sont désireuses d'y prendre part. L'Institut central de recherche sur le coton du Pakistan et le Cirad l'ont déjà fait. Les organisations d'autres pays sont les bienvenues et attendues.

L'Initiative du partage de l'information sur le matériel génétique (IPIG) vise à regrouper l'information et à consolider l'information pour les accessions évaluées par diverses collections, mais la propriété demeure celle des collections existantes. Ces dernières sont celles qui décident de répondre, ou pas, aux demandes de matériel génétique qui leur sont adressées.

La nouvelle initiative est envisagée comme un processus en deux étapes avec des besoins financiers distincts. La première phase consiste à parvenir à un ensemble de descripteurs harmonisés à l'échelle mondiale ; sa mise en œuvre devrait principalement faire appel à la compétence et à la bonne volonté. La deuxième phase portera sur la mise en place d'un outil en ligne spécifique permettant aux sélectionneurs du monde entier de consulter, de rechercher ou d'ajouter des informations sur les acquisitions enregistrées dans les collections. La mise en place d'un tel outil devra s'inspirer des réalisations de CottonGen aux Etats-Unis et d'autres outils similaires comme 'Florilege' en France (un outil mis en place conjointement par différents organismes de recherche français et opérant pour différentes espèces). La mise en œuvre de la deuxième phase nécessitera un financement spécifique et dépendra de la manière dont ce dernier pourra être obtenu. En dépit de la nature d'intérêt public du résultat attendu, l'obtention du soutien financier est loin d'être certaine.

Diversity, germplasm information and exchange

Dr. Michel FOK
michel.fok@cirad.fr



Outline

- Germplasm exchange is good
- Diversity: big potential for progress in collections
 - But beware of the bias by exclusive focus on genetics
- Collections: where and what?
- Exchange: low level, why?
- Information on germplasms: impediment to exchange
- ICRA's initiative to improve germplasm information
- Take-away messages

Germplasm exchange \Rightarrow Desired variety

- Case of a new variety resistant to Leaf Curl Virus in Pakistan
 - \Leftarrow a set of 74 accessions obtained from CIRAD
 - Request made formally
 - by Dr. Noor -ul-Islam
Director General Agricultural Research
Govt. of Punjab
 - Accessions provided in 2006
 - Variety CIM-620 approved for commercial release in 2016, in Punjab province
 - Tolerance against CLCuV
 - Light brown color of lint
 - Ginning outturn = 40.2%
 - Staple length = 28.9 mm
 - Mike = 4.6
 - Fibre strength = 33.1 g/tex



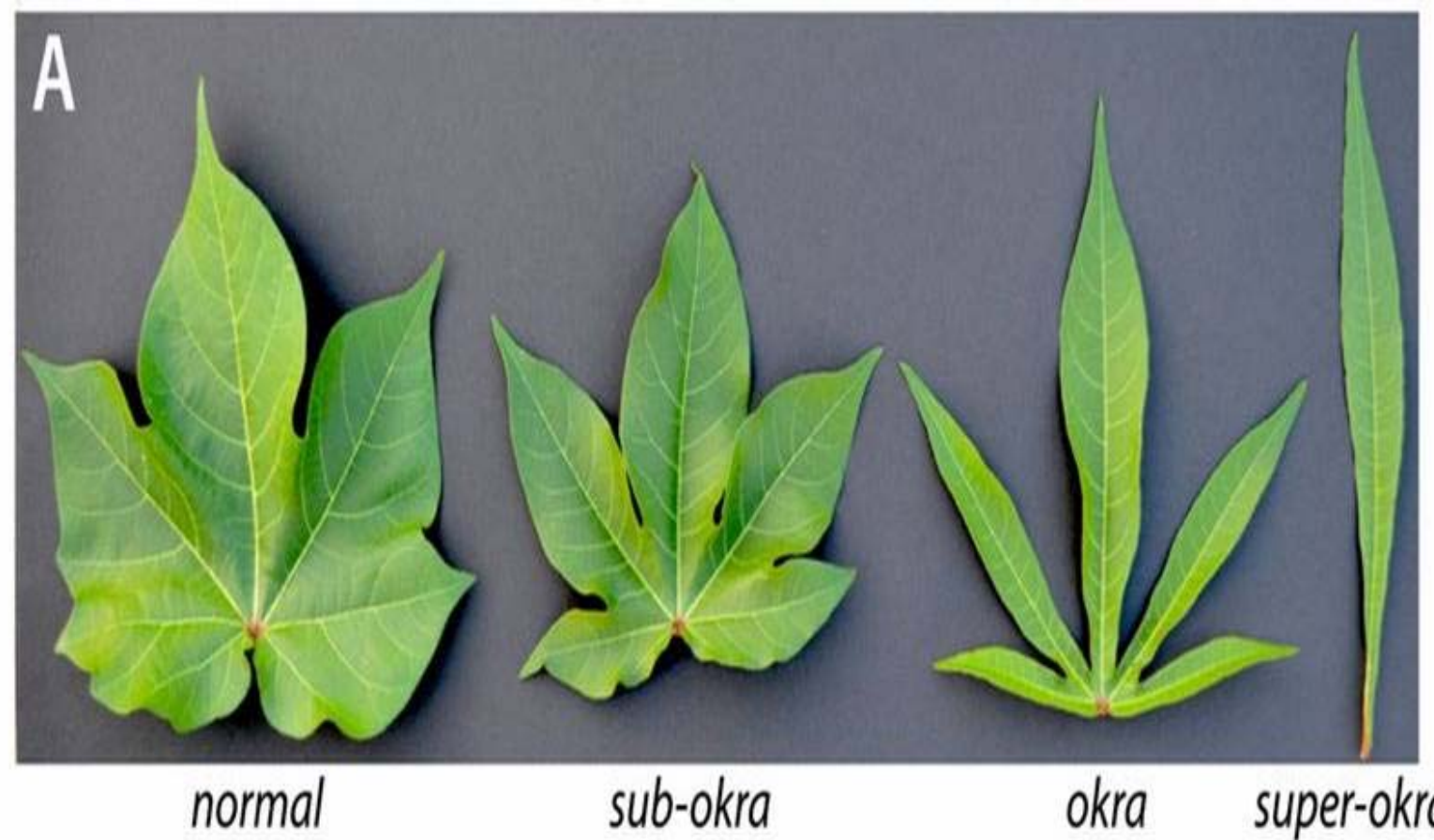
Germplasm exchange \Rightarrow basis to relaunch breeding program

- Cote d'Ivoire: cotton research station destroyed at the beginning of a 10-year political crisis
 - Restart \Leftarrow material by CIRAD



Diversity = big reservoir for progress

- Case of potentially interesting morphological traits
 - Okra leaves for better light penetration
 - Trait exploited, but far from all countries



Diversity = big reservoir for progress

- Case of potentially interesting morphological traits
 - Frego bracts against oviposition of some pests
 - Trait not exploited



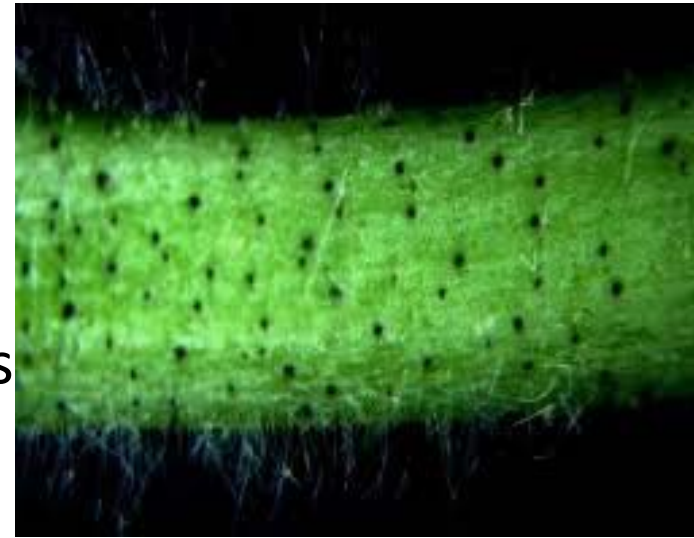
Diversity = big reservoir for progress

- Case of potentially interesting morphological traits
 - Extreme hairiness against thrips infestation
 - Trait exploited (India...) but not suitable for mechanical harvest



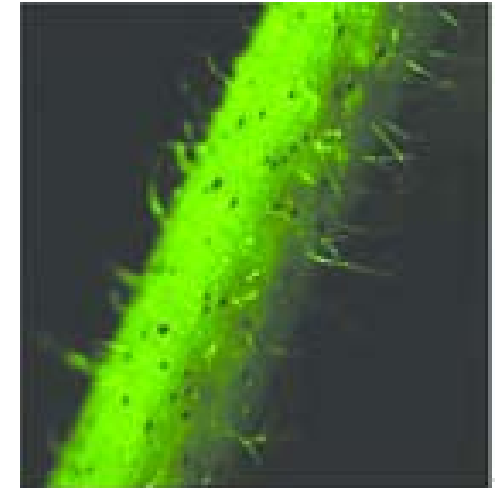
Diversity = big reservoir for progress

- Case of potentially interesting morphological traits
 - High density of gossypol
 - Exploitation contemplated (China?)



Diversity = big reservoir but beware of the bias on genetics

- Exploitation of an interesting morphological trait: Glandless cotton
 - $\pm 250,000$ ha in West Africa in mid-1990
 - Experience little known
 - Experience: not lasting
 - Adaptation of pest control was overlooked
- Lessons learnt
 - Variety or genetics cannot suffice by itself
 - Better to breed varieties along with cultivation techniques
 - Case seldom encountered



Cotton germplasms, collections : gene banks



Cotton germplasms: where

- All breeding teams have germplasms
 - Size frequently small
 - Much higher size in multinational breeding programs
- Countries with large public cotton collections
 - USA: several collections, > 10,000 accessions
 - China: a central collection, ± 9,000 accessions
 - India: a central collection + secondary collections
 - ?? accessions
 - Pakistan: a central collection of 5,202 accessions
 - 1,923 accessions of *G. hirsutum*
 - 3,279 accessions of various *Gossypium* species
 - Uzbekistan: a central collection, 6000?? accessions
 - France: CIRAD collection, 3069 accessions

CIRAD Collection of 3069 accessions

	Cultivars	Landraces/wild
Cultivated tetraploids		
G. hirsutum	1426	747
G. barbadense	214	269
Wild species		
Primary gene pool		98
Secondary gene pool		218
Tertiary gene pool		18
Other		79
Total	1640	1429

24,830 accessions in the US (Public) Cotton germplasms

USDA-ARS Beltsville Cotton Branch Archive	1,053
National Centre for genetic Resource preservation, cotton collection	2,685
Pedigrees of Upland and Pima cultivars	661
National Plant Germplasm System (NPGS), Crop Science registration	1,082
NPGS Cotton Plant variety protection	661
National Chemical Genomics Centre (NCGC) <i>G. barbadense</i> collection	1,549
NCGC Cotton Wild Species collection	486
NCGC Panel	10
NCGC Cotton race collection	2,088
NCGC Cotton obsolete variety collection	2,850
NCGC Asiatic cotton collection	1,844
Germplasm Resource Information Network (GRIN) Cotton collection	9,861

Number of distinct accessions: hard to know

- Redundancy of accessions in collections
 - Within a country
 - Clear case with the USA
- Furthermore redundancy between countries

	Accessions common to French and Pakistanis collections	
	Number	% of French total
<i>G. hirsutum</i>	322	11,8
<i>G. barbadense</i>	6	0,8
<i>G. arboreum</i>	0	0
<i>G. herbaceum</i>	2	3,6



Redundancy in collections is an advantage

- a same accession could have been evaluated in several countries
 - Under various biotic and abiotic stresses
- But advantage not really exploited so far
- Between countries, collections not that much redundant
 - Relevance to increase the redundancy
 - A new wave of exchange between collections is needed


Cotton germplasms: what?

- Little information available, hardly accessible
 - ⇐ Management of most cotton collections
 - No cooperation obtained from several countries for this presentation
- CottonGen: A single and remarkable initiative
 - <https://www.cottongen.org/>
 - Possible information on 28,735 accessions
 - 24,830 accessions from US collections
 - 16,880 accessions in 4 major species
 - 12,414 *Gossypium hirsutum*
 - 2,047 *G. barbadense*
 - 2,158 *G. arboreum*
 - 261 *G. herbaceum*
 - Albeit not yet perfect

Homepage of CottonGen

 **COTTONGEN** Species ▾ Data ▾ Search ▾ Tools ▾ ICGI ▾ General ▾ Help ▾ Login 

If you use CottonGen please cite: Yu, J. et al (2014) [CottonGen: a genomics, genetics and breeding database for cotton research](#). Nucleic Acids Res. 42, D1229-D1236



COTTONGEN
COTTON DATABASE RESOURCES


Genomic, Genetic and Breeding Resources for Cotton Research
Discovery and Crop Improvement

News and Events


- Two new AD1 genome (CRI-TM1 and CRI-ZM24) available (9/12/19)
- Two new D genomes (D5-4 and D10-3) available (8/29/19)
- Save the Date: ICGI 2020 Rehovot Conference (8/2/19)
- NCBI cotton sequences updated (7/9/19)

[more](#)


Major Species Quick Start




arboreum



barbadense



herbaceum



hirsutum

Tools Quick Start



genomics	genetics	breeding	general
➤ View Genomes	➤ Browse Maps	➤ Search Trait Data	➤ Submit Data
➤ Find Sequences	➤ Search Markers	➤ Search Germplasm	➤ Presentations
➤ Search Genes	➤ Find QTLs	➤ Manage Breeding	➤ Work Progress
➤ BLAST Sequences	➤ Compare Maps	➤ Analyze Data	➤ Contact Us

Cotton collections integrated into CottonGen

- Several collections involved...
 - China
 - Uzbekistan
 - Public collections in the USA
- ...but only partially except for the USA
 - China: 2,980 accessions out of $\pm 9,000$
 - Uzbekistan: 913 accessions out of $\pm 6,000$?

Valuable information on some accessions, not comprehensively

- For each accession
 - Information available and downloadable on phenotype traits
 - Amount of information varies between accession
 - Information for 38 traits in the following example

 COTTON GEN Species ▾ Data ▾ Search ▾ Tools ▾ ICGI ▾ General ▾ Help ▾ Login 

Arkansas 22 Roldo Rowden

[Germplasm Overview](#)
[Alias](#)
[Image](#)
[In Collection](#)
[Phenotypic Data](#)

Phenotypic Data

Phenotypic Data
Total 38 trait scores

[Download Table](#)

#	Dataset	Descriptor	Value	Environment	Replication	Plot
1	NCGC germplasm evaluation, Before2006	leaf color	green	Not Available		
2	NCGC germplasm evaluation, Before2006	lint color	white	Not Available		
3	NCGC germplasm evaluation, Before2006	petal color	cream	Not Available		

Search for trait is possible: 118 accessions resistant to verticillium \Leftarrow China

Search Trait Evaluation

Qualitative Trait **Quantitative Trait**

Trait 1 verticillium wilt resist **Value 1** High resistant AND

Trait 2 Any **Value 2** Any AND

Trait 3 Any **Value 3** Any

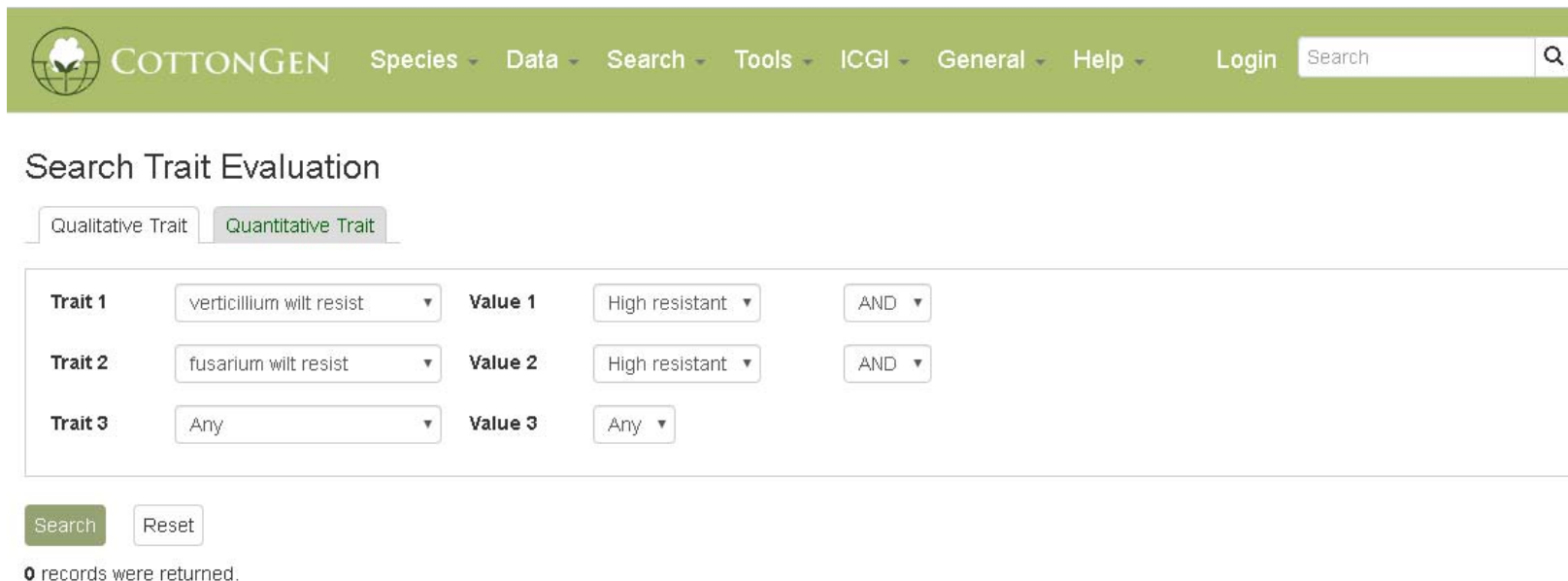
Search Reset

118 records were returned Download [Table](#)

#	Germplasm	Species	verticillium wilt resist	Dataset
1	Giza 31 (CN-ZM-07813)	Gossypium barbadense	High resistant	China Germplasm Evaluation
2	Bahtim 185 (CN-ZM-07809)	Gossypium barbadense	High resistant	China Germplasm Evaluation
3	Giza 30 (CN-ZM-07812)	Gossypium barbadense	High resistant	China Germplasm Evaluation

- Not all countries have evaluated comprehensively their cotton collections

Search for trait is possible: but no accession resistant both to verticillium and fusarium



COTTON GEN Species ▾ Data ▾ Search ▾ Tools ▾ ICGI ▾ General ▾ Help ▾ Login Search

Search Trait Evaluation

Trait 1	<input type="text" value="verticillium wilt resist"/>	Value 1	<input type="text" value="High resistant"/>	<input type="text" value="AND"/>
Trait 2	<input type="text" value="fusarium wilt resist"/>	Value 2	<input type="text" value="High resistant"/>	<input type="text" value="AND"/>
Trait 3	<input type="text" value="Any"/>	Value 3	<input type="text" value="Any"/>	

0 records were returned.

- Miraculous accessions not necessarily available

Trait Evaluation

ait **Quantitative Trait**

verticillium wilt resist ▼

- aphid resist
- AREA (%)
- boll color
- boll gossypol glands
- boll nectaries
- boll pitting
- boll point
- boll shape
- boll size
- bract color
- bract nectaries
- bract shape
- bract teeth number
- bract teeth size
- bract type
- BWT (g)
- canopy type
- cotton bollworm resist
- drought tolerance
- E1 (%)

A lot of traits
searchable

verticillium wilt resist ▼

- FCG
- FF (estimate)
- filament color
- FL (estimate)
- fruiting type
- FS (estimate)
- FUI (%)
- fusarium wilt resist
- leaf color
- leaf gossypol glands
- leaf lobes
- leaf nectaries
- leaf shape
- leaf size
- LI (g)
- lint color
- locule number per boll
- LP (%)
- LP (estimate)
- LY (lb/acre)

verticillium wilt resist ▼

- MIC (unit)
- petal color
- petal spot
- photoperiod
- pink bollworm resist
- plant color
- plant shape
- plot homogeneity
- plot maturity
- plot plant stand
- pollen color
- population homogeneity
- productiveness
- QS (1,1,3,5)
- QS (2,1,4,3)
- QS (4.5,2.5,0,3)
- QS (5,2.5,1,1.5)
- QS (5,2.5,1.5,1)
- salinity tolerance
- seed fuzz color

Trait Evaluation

Trait **Quantitative Trait**

verticillium wilt resist ▼

- salinity tolerance
- seed fuzz color
- seed fuzz grade
- seed type
- SFC HVI (%)
- SI (g)
- SNPB
- SOC (estimate)
- SPC (estimate)
- spider mite resist
- stem color
- stem gossypol glands
- stigma exsertion
- sympodia branch type
- T1 (g/tex)
- trichome density on leaf
- trichome density on plant
- trichome density on stem
- UHML (inch)
- verticillium wilt resist

Limitations

- Already 78 traits searchable
- But important traits still missing
 - Blue disease
 - Leaf curl virus
 - ...

Low level of exchanges based on CIRAD's recent experience

- 217 accessions supplied on request over 7 years
 - 42% were for CIRAD's own use

	Out of CIRAD	CIRAD		Total
		For rejuvenation	For studies	
2012	1			
2014	10			
2015	38	25		25
2016	25		2	2
2017	2	39		39
2018	16		23	23
2019	34	1	1	2
Total	126	65	26	91

Not so much supplies to public research organizations

Type of organisations	Out of CIRAD
Education	54
Other research org	19
Private research org	51
Public research org	2
Total	126

Only 5 countries supplied out of France

Type of organisations	Out of CIRAD
Cameroon	18
France	27
India	30
Spain	12
Switzerland	20
USA	19
Total	126

Influential factors of low exchanges

- Attitude of routine from breeders?
 - Need not felt for breeding from enlarged genetic diversity

Influential factors of low exchanges

- Great difficulty to deal with wild species of *Gossypium*



- Steps followed to achieve variety CIM-620 in Punjab
 - Accession AS-0349 is photo period sensitive
 - no flower formation in Punjab
 - AS-0349 plants maintained by rationing during 3 years
 - Till flowers were obtained in December 23, 2009
 - Crossings made possible in Breeding Program
 - 3-4 years after access to the original accession and perseverance efforts

Influential factors of low exchanges

- Greater difficulty to deal with large genetic diversity



- Means and capabilities may lack
 - \Rightarrow rational for a regional/international program to create/manage diversity and pass more stabilized material to national teams to finalize country-adapted varieties

Influential factors of low exchanges

- Main factor = lack of information for breeders
 - Where potentially genetic materials are?
 - How interesting materials are?
 - To whom address one's request?
 - (would my request positively responded?)

Germplasm information: impediment to exchanges

- Organized, comprehensive and accessible information is yet to come
 - In spite CottonGen initiative
 - Not all collections are covered
 - Accessions are seldom comprehensively described/evaluated

Germplasm information: impediment to exchanges

- Difficult issue of describing accessions
 - A lot of "descriptors" are required
 - Sets of "descriptors" vary between collections or countries
 - In terms of composition, definition, measurement
 - 78 descriptors identified by CottonGen
 - 22 descriptors informed in Pakistan
 - 20 in CIRAD, France
- All existing sets of descriptors are not complete
 - No way and no rationale to evaluate comprehensively
 - Missing descriptors pertain e.g. to important region or country-specific diseases or trait (like ginning outturn)
 - \Rightarrow lack of interest for existing germplasms to countries with emphasis on specific trait
- A global set of descriptors is yet to come

ICRA's initiative: promote information on germplasms

- 'Germplasm Information Sharing Initiative' = GIFI
- Initiative open to organizations/countries willing to join in
 - Pakistan (PCCC)
 - France (CIRAD)
 - Others are expected
 - USA? India? Australia? Uzbekistan? China?
- Objective = sharing information
 - Ownership not shared, remains with existing collections
 - ⇒ address to collections for requests of accessions

2-phase initiative

- Phase 1: Limited fund requirement
 - Towards a harmonized and comprehensive set of descriptors
 - Task of a group of focus scientists from each participating organization
 - Task inspired by CottonGen achievements

2-phase initiative

- Phase 2: More substantial fund requirement
 - Development of an adapted online tool to enable
 - Sharing and consolidating information on accessions managed in various collections
 - Searching on multiple traits
 - Knowing availability and accessibility of accessions
 - References to inspire from
 - CottonGen
 - Florilege in France
 - <http://florilege.arcad-project.org/fr/collections>

A project involving several French research organizations in agriculture



Collection of cocoa (CIRAD collection)

Collection de cacaoyers



NOM(S) VERNACULAIRE(S) : cacao
GENRE(S) : Theobroma, Herrania
DESCRIPTION :

Research by free text

[VOIR LA DESCRIPTION DE LA COLLECTION](#)

STATISTIQUES

ACCESSIONS DANS LA COLLECTION : 521
ACCESSIONS FILTRÉES : 521

[AFFICHER LES FILTRES](#)

[Réinitialiser](#)

Recherche Textuelle

20

Nom	Code	Variété	Taxon	Statut biologique	Pays d'origine
ALMEIDA	PPG-CC-00186	Amelonado	Theobroma cacao	Matériel de sélection ou de recherche (clone)	BRA
AMAZ 11	PPG-CC-00001		Theobroma cacao	Spontané	PER
AMAZ 15-15	PPG-CC-00511		Theobroma cacao		BRA
AMAZ 15-15	PPG-CC-00333		Theobroma cacao	Spontané	PER
APA 4	PPG-CC-00512		Theobroma cacao		COL

Phase 2: will it materialized? Nothing is less certain



- Pitiful tale of nowadays:
 - More funding to activities leading to private profits
 - Less funding, if any, to activities of public good nature

Take-away messages

- Genetic variability in collection: potential for progress to be exploited
- There are collections available for request/exchange
- But request/exchange of low level
 - ⇐ Not easy for some breeders to exploit genetic variability
 - Rationale for regional/international program of variability creation combined with national breeding activities
 - ⇐ Lack of information on available collections
 - Rationale for international initiatives (e.g. ICRA's proposal)
- Advocacy for germplasm exchange should be accompanied by funding support
 - More generally, time has come to further support research activities leading to public good